

Requested Patent: JP11045415A
Title: MAGNETORESISTANCE HEAD AND ITS PRODUCTION ;
Abstracted Patent: JP11045415 ;
Publication Date: 1999-02-16 ;
Inventor(s): IMAE KAZUYOSHI;; KIRA TORU ;
Applicant(s): SHARP CORP ;
Application Number: JP19970197598 19970723 ;
Priority Number(s): ;
IPC Classification: G11B5/39 ;
Equivalents: ;

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the reproducibility and the stability of a magnetoresistance element by making high coercive force films forming a pinning layer and a magnetic domain controlling layer a high coercive force film having a different magnetic characteristic so that the pinning layer and the magnetic domain controlling layer can be formed together with the high coercive force films.
SOLUTION: This magnetoresistance element has a structure comprising a free magnetization layer 1, a nonmagnetic conductive film 2, a fixed magnetization layer 3, a pinning layer 4, a magnetic domain controlling layer 5 and a lead layer 6. The pinning layer 4 uses a thin film having smaller coercive force and the domain controlling layer 5 uses a thin film having larger coercive force. Then, in order to magnetize the element in the specified direction, first, a magnetic field higher than the coercive force of the domain controlling layer 5 is applied in the longitudinal direction of the element to magnetize. Successively, a magnetic field higher than the coercive force of the pinning layer 4 and lower than the coercive force of the domain controlling layer 5 is applied in the width direction of the element to magnetize. Thus, the pinning layer 4 and the domain controlling layer 5 can be formed together with high coercive force films and the excellent reproducibility and stability can be obtained.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-45415

(43)公開日 平成11年(1999)2月16日

(51)Int.Cl.^a

G 11 B 5/39

識別記号

F I

G 11 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全8頁)

(21)出願番号 特願平9-197598

(22)出願日 平成9年(1997)7月23日

(71)出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72)発明者 今江一義

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

(72)発明者 吉良徹

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ヤープ株式会社内

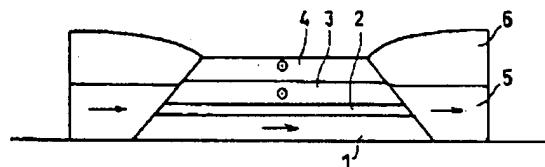
(74)代理人 弁理士 原謙三

(54)【発明の名称】 磁気抵抗ヘッドおよびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 互いに異なる磁気方向を有するピン止め層および磁区制御層を共に高保磁力膜で形成し、磁気抵抗素子の再現性および安定性を向上させた磁気抵抗ヘッドおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 ピン止め層4および磁区制御層5を異なる磁気特性（例えば、室温における保磁力）を有する高保磁力膜で形成し、上記2つの高保磁力膜のうち、一方の高保磁力膜を所定の磁化方向に着磁した後（ただし、このとき他方の高保磁力膜も同方向に着磁される）、上記磁気特性の違いを利用して、他方の高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおす。



【特許請求の範囲】

【請求項1】磁化方向を固定された固定磁化層と、外部磁場により磁化方向が自由に変化する自由磁化層とが、非磁性導電膜により分離された多層膜構造を有する磁気抵抗ヘッドにおいて、

高保磁力膜からなり、上記固定磁化層との間の交換相互作用により、該固定磁化層の磁化を外部磁場に対して固定する磁化固定層と、

上記磁化固定層とは90°異なる磁化方向を有するよう着磁される高保磁力膜からなり、上記自由磁化層にバイアス磁場を印加する磁区制御層とを有しており、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とが、異なる磁気特性を有することを特徴とする磁気抵抗ヘッド。

【請求項2】上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の室温における保磁力と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の室温における保磁力とが、相互に異なることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗ヘッド。

【請求項3】上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とが、互いに異なることを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗ヘッド。

【請求項4】上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とのうち、何れか低い方の温度が300°C以下であることを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗ヘッド。

【請求項5】上記請求項2記載の磁気抵抗ヘッドの上記磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜のうち、保磁力の大きい方の第1の高保磁力膜と、保磁力の小さい方の第2の高保磁力膜とをそれぞれ所定の磁化方向に着磁する際に、

上記第1の高保磁力膜の保磁力以上の磁場を印加することによって、該第1の高保磁力膜を所定の方向に着磁し、

続いて、上記第2の高保磁力膜の保磁力より大きく第1の高保磁力膜の保磁力より小さい磁場を印加することにより、該第2の高保磁力膜を所定の方向に着磁して、磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜をそれぞれ所定の方向に着磁することを特徴とした磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【請求項6】上記請求項3記載の磁気抵抗ヘッドの上記磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜のうち、保磁力が消失する温度の高い方の第3の高保磁力膜と、保磁力が消失する温度の低い方の第4の高保磁力膜とをそれぞれ所定の磁化方向に着磁する際に、

上記第3の高保磁力膜の保磁力以上の磁場を印加することによって、該第3の高保磁力膜を所定の方向に着磁し、

続いて、上記第3の高保磁力膜の保磁力が消失する温度

を越えない範囲でヘッドを昇温した後、上記第4の高保磁力膜の保磁力より大きく第3の高保磁力膜の保磁力より小さい磁場を印加し、該磁場を印加した状態で上記第4の高保磁力膜の保磁力が消失しない温度まで低下させることにより、該第4の高保磁力膜を所定の方向に着磁して、磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜をそれぞれ所定の方向に着磁することを特徴とした磁気抵抗ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、印加磁場強度を抵抗値の変化に変換して検出する磁気抵抗ヘッドおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、高い磁気抵抗変化率の磁気抵抗効果を得る薄膜構造として、磁化方向が固定された固定磁化層、非磁性金属層、磁化の方向が外部磁場により自由に変化する自由磁化層を順次積層したスピナーバルブ型の多層膜構造が開発されている。さらに、このようなスピナーバルブ型の磁気抵抗ヘッドでは、上記固定磁化層と接触し、固定磁化層との間の交換相互作用により固定磁化層の磁化を外部磁場に対して固定するピン止め層が設けられている。

【0003】図4に、磁気抵抗ヘッドに使用され、上記ピン止め層として反強磁性膜が用いられたスピナーバルブ型巨大磁気抵抗膜の磁気抵抗素子断面を示す。上記スピナーバルブ型巨大磁気抵抗膜は、図4に示すように、自由磁化層11と、導電膜12と、固定磁化層13と、ピン止め層14と、磁区制御層15と、リード層16とを有している。

【0004】上記自由磁化層11は、NiFe、NiFeC_o等の軟磁性膜から構成され、外部磁場により磁化的向きを自由に変化せしめることが可能である。上記導電膜12は、固定磁化層13と自由磁化層11との間を分離するために設けられており、Cu、Au、Ag等の材料により構成される。上記固定磁化層13は、自由磁化層11と同様の材料、あるいはCo、CoFeから構成されており、外部磁場が加えられた場合も磁化的向きは変化しない。上記ピン止め層14は、固定磁化層13との間で交換相互作用により固定磁化層13の磁化を外部磁場に対して固定する反強磁性膜でFeMn等の材料が用いられる。上記磁区制御層15は、自由磁化層11の磁性膜が磁区分裂してバルクハウゼンノイズが発生しないように、磁気抵抗素子のセンス電流方向にバイアス磁場（縦バイアス）を印加するための高保磁力膜からなる。そして、上記リード層16は、磁気抵抗素子にセンス電流を供給する。

【0005】このようにスピナーバルブ構造は、固定磁化層13と反強磁性膜からなるピン止め層14との間に作用する交換相互作用により固定磁化層13の磁化方向を

ピン止め層14の磁化方向と逆の方向に固定し、印加される外部磁場に対して自由に磁化の方向が変化する自由磁化層11の磁化方向と固定磁化層13の磁化方向とが、同一の場合に抵抗値が最小になり、180°逆の場合に最大になる。したがって、スピナル型磁気抵抗ヘッドでは、外部磁場、すなわち磁気記録媒体の信号磁場の変化を、センス電流によって磁気抵抗素子の抵抗値の変化として検出することができる。

【0006】スピナル構造は、超格子GMR構造と比べて飽和磁場が低く、層構造も簡単なため、実用的であり、注目されている。

【0007】固定磁化層13の磁化の固定のためには、反強磁性膜又は高保磁力膜のピン止め層と固定磁化層13とを直接接触させ、層間の交換相互作用を利用する方法がとられる。(例えば、特開平8-147631号公報に記載)。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】スピナル型巨大磁気抵抗膜のピン止め層14としては、反強磁性膜又は高保磁力膜が用いられるが、反強磁性膜を用いる場合には、固定磁化層13の上にピン止め層14を配置しなければならないといった構造的制約がある。また、反強磁性膜は、スピニ(原子磁気モーメント)が完全には一方向に揃っていないため、ピン止め層14と固定磁化層13との間の結合磁場の再現性に乏しくなり、また、大きな結合磁場を実現しにくい。

【0009】これに対し、ピン止め層14として高保磁力膜を用いる場合には、該高保磁力膜においてスピニの方向が完全に一方向に揃うため、上記の問題は発生せず、上記ピン止め層14には高保磁力膜を用いることが望ましい。さらに、ピン止め層14に高保磁力を用いた場合、ピン止め層14に反強磁性膜を用いた場合は磁気的結合状態が異なるため、上記の構造的制約が無くなるといった利点もある。

【0010】ところが、高保磁力膜をピン止め層14とする構造のスピナル型磁気抵抗膜を用いて磁気抵抗素子を構成する場合、以下のような課題があり実用化が困難であった。

【0011】ピン止め層14は、交換相互作用により固定磁化層13の磁化を固定するためのものであるので、該ピン止め層14となる高保磁力膜の磁化は、固定磁化層13の磁化の方向と同じ素子幅方向(図4の紙面に垂直な方向)に向ける必要がある。一方、磁区制御層15は、自由磁化層11に対して縦バイアスを印加するためのものであるので、該磁区制御層15となる高保磁力膜の磁化は素子長手方向(図4の矢印方向)に設定する必要がある。すなわち、ピン止め層14の高保磁力膜の磁化方向と磁区制御層15の高保磁力膜の磁化方向とは、たがいに垂直な方向を向くことになる。

【0012】このため、上記ピン止め層14と磁区制御

層15とを同じ高保磁力膜で形成した場合、磁気抵抗素子の作製後に、外部磁場を磁気抵抗素子に印加し個々の高保磁力膜の磁化を所定の方向に設定することができない。つまりは、上述のように、ピン止め層14の高保磁力膜の磁化方向と磁区制御層15の高保磁力膜の磁化方向とは、外部磁化によって同一の方向に向いてしまうため、たがいに垂直な方向となるように設定することができないという問題が生じる。

【0013】本発明は、上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、ピン止め層および磁区制御層を共に高保磁力膜で形成し、磁気抵抗素子の再現性および安定性を向上させた磁気抵抗ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の磁気抵抗ヘッドは、磁化方向を固定された固定磁化層と、外部磁場により磁化方向が自由に変化する自由磁化層とが、非磁性導電膜により分離された多層膜構造を有するものであり、上記の課題を解決するために、高保磁力膜からなり、上記固定磁化層との間の交換相互作用により、該固定磁化層の磁化を外部磁化に対して固定する磁化固定層と、上記磁化固定層とは90°異なる磁化方向を有するように着磁される高保磁力膜からなり、上記自由磁化層にバイアス磁場を印加する磁区制御層を有しており、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とが、異なる磁気特性を有することを特徴としている。

【0015】上記の構成によれば、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とは異なる磁気特性を有するため、これらの高保磁力膜は、例えば、室温状態において、もしくは昇温状態において異なる保磁力を呈する。したがって、この上記2つの高保磁力膜が異なる保磁力を呈している状態で、高い方の保磁力よりも小さく、かつ低い方の保磁力よりも大きい磁場を印加すれば、一方の高保磁力膜のみを着磁させることができると可能である。

【0016】このため、上記2つの高保磁力膜のうち、一方の高保磁力膜を所定の磁化方向に着磁した後(ただし、このとき他方の高保磁力膜も同方向に着磁される)、上述の現象を利用して、他方の高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおせば、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。

【0017】請求項2の磁気抵抗ヘッドは、請求項1の構成に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の室温における保磁力と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の室温における保磁力とが、相互に異なることを特徴としている。

【0018】上記の構成により、上記磁化固定層を形成

する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とのうち、一方の高保磁力膜は他方の高保磁力膜に比べ、室温における保磁力が高いことになる。

【0019】したがって、まず高い方の保磁力よりも大きい磁場を印加して、高い方の保磁力を有する高保磁力膜を所定の磁化方向に着磁した後（ただし、このとき他方の高保磁力膜も同方向に着磁される）、低い方の保磁力よりも大きく高い方の保磁力よりも小さい磁場を印加することで、低い方の保磁力を有する高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおすことができる。

【0020】これにより、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。

【0021】請求項3の磁気抵抗ヘッドは、請求項1の構成に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とが、互いに異なることを特徴としている。

【0022】上記の構成により、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とのうち、一方の高保磁力膜は他方の高保磁力膜に比べ、より低い温度でその保磁力が消失することになる。

【0023】したがって、高い温度で保磁力が消失する方の高保磁力膜を所定の磁化方向に着磁した後（ただし、このとき他方の高保磁力膜も同方向に着磁される）、低い温度で保磁力が消失する方の高保磁力膜のみの保磁力が消失する温度まで昇温する。そして、保磁力が消失していない方の高保磁力膜の保磁力よりも小さい磁場を印加しながら温度を下げていくことにより、低い温度で保磁力が消失する方の高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおすことができる。

【0024】これにより、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。

【0025】請求項4の磁気抵抗ヘッドは、請求項3の構成に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とのうち、何れか低い方の温度が300°C以下であることを特徴としている。

【0026】上記の構成により、低い温度で保磁力が消失する方の上記高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおす際に、この時の昇温温度を300°C以下にすることができる。これにより、昇温による層間の拡散が生じず、磁気抵抗変化率が減少することを阻止することができる。

【0027】請求項5の磁気抵抗ヘッドの製造方法は、上記請求項2記載の磁気抵抗ヘッドの上記磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜のうち、保磁力の

大きい方の第1の高保磁力膜と、保磁力の小さい方の第2の高保磁力膜とをそれぞれ所定の磁化方向に着磁する際に、上記第1の高保磁力膜の保磁力以上の磁場を印加することによって、該第1の高保磁力膜を所定の方向に着磁し、続いて、上記第2の高保磁力膜の保磁力より大きく第1の高保磁力膜の保磁力より小さい磁場を印加することにより、該第2の高保磁力膜を所定の方向に着磁して、磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜をそれぞれ所定の方向に着磁することを特徴としている。

【0028】上記の構成により、請求項2記載の磁気抵抗ヘッドを、2つの高保磁力膜が互いに異なる方向の磁気方向を有するように着磁することができる。

【0029】請求項6の磁気抵抗ヘッドの製造方法は、上記請求項3記載の磁気抵抗ヘッドの上記磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜のうち、保磁力が消失する温度の高い方の第3の高保磁力膜と、保磁力が消失する温度の低い方の第4の高保磁力膜とをそれぞれ所定の磁化方向に着磁する際に、上記第3の高保磁力膜の保磁力以上の磁場を印加することによって、該第3の高保磁力膜を所定の方向に着磁し、続いて、上記第3の高保磁力膜の保磁力が消失する温度を越えない範囲でヘッドを昇温した後、上記第4の高保磁力膜の保磁力より大きく第3の高保磁力膜の保磁力より小さい磁場を印加し、該磁場を印加した状態で上記第4の高保磁力膜の保磁力が消失しない温度まで低下させることにより、該第4の高保磁力膜を所定の方向に着磁して、磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜をそれぞれ所定の方向に着磁することを特徴としている。

【0030】上記の構成により、請求項3記載の磁気抵抗ヘッドを、2つの高保磁力膜が互いに異なる方向の磁気方向を有するように着磁することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図4に基づいて説明すれば、以下の通りである。

【0032】（磁気抵抗ヘッドの構造）本実施の形態に係る磁気抵抗ヘッドはスピンドル型巨大磁気抵抗膜を用いた磁気抵抗素子構造を有しており、該磁気抵抗素子は、図1に示すように、自由磁化層1と、非磁性導電膜2と、固定磁化層3と、磁化固定層としてのピン止め層4と、磁区制御層5と、リード層6とから構成されている。

【0033】上記自由磁化層1は、NiFe、NiFeCo等の軟磁性膜から構成され、外部磁場により磁化的向きを自由に変化せしめることが可能である。上記非磁性導電膜2は、固定磁化層3と自由磁化層1との間を分離するために設けられており、Cu、Au、Ag等の材料により構成される。上記固定磁化層3は、自由磁化層1と同様の材料、あるいはCo、CoFeから構成され

ており、外部磁場が加えられた場合も磁化の向きは変化しない。上記ピン止め層4は、固定磁化層3との間で交換相互作用により固定磁化層3の磁化を外部磁場に対しで固定する高保磁力膜である。上記磁区制御層5は、自由磁化層1の磁性膜が磁区分裂してバルクハウゼンノイズが発生しないように、磁気抵抗素子のセンス電流方向（図1の矢印方向）にバイアス磁場（縦バイアス）を印加するためのものであり、上記ピン止め層4とは異なる磁気特性を有する高保磁力膜からなる。そして、上記リード層6は、磁気抵抗素子にセンス電流を供給する。

【0034】上記のようなスピナルブ型の磁気抵抗ヘッドは、固定磁化層3とピン止め層4との間に作用する交換相互作用により固定磁化層3の磁化方向が、上記ピン止め層4の磁化方向と同一の方向（図1の紙面に対して垂直な方向）に固定されている。一方、自由磁化層1では、印加される外部磁場に対して自由に磁化方向が変化するため、上記自由磁化層1の磁化方向と、固定磁化層3の磁化方向との相対角度は、上記外部磁場の変化に伴って変化する。

【0035】そして、自由磁化層1の磁化方向と固定磁化層3の磁化方向とが、同一の場合に磁気抵抗素子の抵抗値が最小になり、180°逆の場合に最大になる。したがって、スピナルブ型磁気抵抗ヘッドでは、外部磁場、すなわち磁気記録媒体の信号磁場の変化を、センス電流によって磁気抵抗素子の抵抗値の変化として検出することができる。

【0036】さらに、スピナルブ型の磁気抵抗ヘッドでは、従来技術の説明において述べたように、ピン止め層4および磁区制御層5における磁化方向は、互いに90°異なる方向に設定される必要があるが、本実施の形態に係る磁気抵抗ヘッドは、上記ピン止め層4および磁区制御層5を共に高保磁力膜で形成されていても、その磁気特性は異なっているため、これを用いてピン止め層4および磁区制御層5の磁化方向を互いに異なる方向に設定することが可能である。

【0037】上記ピン止め層4および磁区制御層5の磁化方向の設定方法を以下の各実施例において詳細に説明する。

【0038】（第1の実施例）本実施例では、室温における大きな保磁力の差を利用する例として、図1に示す磁気抵抗素子において、ピン止め層4に小さな保磁力の薄膜を用い、磁区制御層5に大きな保磁力の薄膜を用いた場合を例示する。室温における大きな保磁力の差は、高保磁力膜の作成条件を変えるか、あるいは、高保磁力膜の材料や組成を選択することにより容易に得ることができる。

【0039】図2に、高保磁力膜としてCoPt膜のPt組成を変えた時の保磁力の変化を示す。Pt組成を変えることにより、500から2000(Oe)の保磁力を持つCoPt膜を作成することができる。

【0040】本実施例に係る磁気抵抗ヘッドで用いられる磁気抵抗素子は、例えば、ピン止め層4にPt組成5at%で保磁力が700(Oe)のCoPt膜が用いられ、磁区制御層5にPt組成20at%で保磁力が2000(Oe)のCoPt膜が用いられているものとする。上記ピン止め層4および磁区制御層5は、例えば、スパッタ法等により作成される。

【0041】高保磁力膜を一定の方向に着磁するためには、その保磁力よりも大きな外部磁場を加えなければならず、該高保磁力膜の保磁力よりも小さい外部磁場を加えた場合には、高保磁力膜の着磁は行えない。すなわち、上記外部磁場を取り去った後、上記高保磁力膜に印加された外部磁場の方向の磁化は残らない。

【0042】この特性を利用して、まず保磁力の大きい磁区制御層5に使用される高保磁力膜を、その保磁力以上の磁場、例えば3000(Oe)の磁場を素子長手方向に印加して着磁する。このような磁場の印加により、上記磁区制御層5は、所望の磁化方向、すなわち素子長手方向の磁化方向を有するよう着磁される。尚、この時、ピン止め層4の保磁力は磁区制御層5の保磁力よりも小さいため、上述の磁場の印加により、該ピン止め層4は上記磁区制御層5と同様に素子長手方向の磁化方向を有するよう着磁される。

【0043】続いて、保磁力が小さいピン止め層4に使用される高保磁力膜を、その保磁力よりも大きく、かつ磁区制御層5の保磁力よりも小さい磁場、例えば1000(Oe)程度の磁場を素子幅方向に印加することにより着磁する。

【0044】この時、磁区制御層5に使用される高保磁力膜は、所定の方向とは異なる方向の外部磁場に対して履歴特性を有するが、ここで印加される磁場が該磁区制御層5の保磁力よりも小さいため、その磁化方向は素子長手方向から変わることはない。したがって、ピン止め層4のみが、印加された磁場の方向、すなわち素子幅方向の磁化方向を有するよう所望どおりに着磁される。これにより、磁区制御層5とピン止め層4とは、互いに90°異なる方向に磁化が決定される。

【0045】また、本実施例において、ピン止め層4と磁区制御層5とに用いられる各々の高保磁力膜の保磁力の大小を逆にした場合も同様に、先に保磁力が大きい方を着磁し、続いて小さい方を着磁することにより、異なる方向に着磁することが可能である。

【0046】（第2の実施例）室温において大きな保磁力の差が得にくい場合には、2種類の高保磁力膜の保磁力の温度特性の違いを利用し、磁気抵抗素子を昇温した状態でピン止め層4と磁区制御層5を異なる方向に着磁することができる。このような着磁方法の一例を本実施例で説明する。

【0047】このように保磁力の温度特性の違いを利用する場合、図1に示す磁気抵抗素子において、例えば、

ピン止め層4には、CoPt、CoNi等、保磁力が消失する温度が高い特性を有する高保磁力膜が使用される。ピン止め層4の磁化方向と固定磁化層3の磁化方向とは磁気的結合により同じ方向を向く。一方、磁区制御層5には、Co酸化膜等、比較的低い温度で保磁力が消失する高保磁力膜が使用される。本実施例では、ピン止め層4にCoPtを使用し、磁区制御層5にCo酸化膜を使用するものとする。

【0048】図3に、ピン止め層4に用いられるCoPt薄膜と、磁区制御層5に用いられるCo酸化膜の保磁力の温度特性を示す。CoPt薄膜の保磁力は室温で約2000(Oe)あり、保磁力が消失する温度は約80°Cである。Co酸化物の保磁力は室温で約1800(Oe)あり、保磁力が消失する温度は約200°Cである。

【0049】上記ピン止め層4および磁区制御層5の着磁工程においては、先ず、磁気抵抗素子を作成した後で、保磁力が消失する温度が高いピン止め層4のCoPt薄膜をその保磁力より大きい磁場、例えば3000(Oe)を素子幅方向に印加し着磁を行う。この時、磁区制御層5のCo酸化膜の磁化方向もCoPt薄膜と同一方向に着磁される。

【0050】続いて、素子温度が300°Cを越えないように、磁区制御層5のCo酸化物の保磁力が消失する温度より高い温度、一例として230°Cに昇温し、ピン止め層4のCoPt薄膜の保磁力より小さい磁場、一例として1000(Oe)を素子長手方向に印加した状態で温度を室温まで戻し、磁区制御層5のCo酸化膜の着磁を行う。ここで、昇温時の温度が300°Cを越えないようにするのは、層間の拡散が生じて磁気抵抗変化率が減少することを回避するためである。

【0051】CoPt薄膜の保磁力は、図3に示すように、230°Cでも略2000(Oe)を保っているため、1000(Oe)の磁場を素子長手方向に印加しても、ピン止め層4のCoPt薄膜の磁化方向は最初に着磁された素子幅方向に保たれている。

【0052】一方、Co酸化膜の保磁力は200°Cで消失するため230°Cでは磁化を失った状態となる。このため、1000(Oe)の磁場を素子長手方向に印加しながら230°Cから室温に戻すと、磁区制御層5のCo酸化膜の磁化方向は新たに素子長手方向となる。また、昇温時の温度が300°Cを越ないので、層間の拡散により磁気抵抗変化率が減少することはない。

【0053】以上のように、ピン止め層4(ここではCoPt薄膜)の磁化方向を素子幅方向に、磁区制御層5(ここではCo酸化膜)の磁化方向を素子長手方向のように、異なる方向に着磁することが可能である。

【0054】また、CoPt薄膜と略同様の保磁力の温度特性を示すCoNi薄膜をCoPt薄膜のかわりに用いることも可能である。

【0055】また、上記の例においてピン止め層4と磁区制御層5との材料を逆にした構造も、同様に、保磁力が消失する温度の高い方を先ず着磁し、次に保磁力が消失する温度が低い方をその温度以上に昇温して着磁することにより、異なる方向に着磁することが可能である。

【0056】以上のように、本実施の形態に係る磁気抵抗ヘッドは、ピン止め層4および磁区制御層5が、互いに異なる磁気特性を有する高保磁力膜により形成されている。このため、これらの高保磁力膜は、例えば、室温状態において、もしくは昇温状態において異なる保磁力を呈し、上記2つの高保磁力膜が異なる保磁力を呈している状態で、高い方の保磁力よりも小さく、かつ低い方の保磁力よりも大きい磁場を印加すれば、一方の高保磁力膜のみを着磁させることが可能である。

【0057】このため、上記ピン止め層4および磁区制御層5を形成する高保磁力膜のうち、保磁力の高い一方の高保磁力膜を所定の磁化方向に着磁した後、保磁力の低い他方の高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおせば、上記ピン止め層4を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層5を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。したがって、本実施の形態に係る磁気抵抗ヘッドでは、上記ピン止め層4と上記磁区制御層5とを共に高保磁力膜で形成することができるので、再現性および安定性の優れた磁気抵抗ヘッドを得ることができると、実施例2に示す磁気抵抗ヘッドでは、上記ピン止め層4を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層5を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とのうち、何れか低い方の温度が300°C以下であるため、昇温による層間の拡散を生じさせず、すなわち磁気抵抗変化率を減少させることなく高保磁力膜の着磁が行える。

【0058】また、上述のように、上記ピン止め層4を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層5を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とのうち、何れか低い方の温度が300°C以下にするためには、ピン止め層4および磁区制御層5のどちらか一方の高保磁力膜をCo酸化膜で形成し、他方の高保磁力膜をCoPt膜またはCoNi膜で形成することが好ましい。

【0059】

【発明の効果】請求項1の発明の磁気抵抗ヘッドは、以上のように、高保磁力膜からなり、上記固定磁化層との間の交換相互作用により、該固定磁化層の磁化を外部磁化に対して固定する磁化固定層と、上記磁化固定層とは90°異なる磁化方向を有するよう着磁される高保磁力膜からなり、上記自由磁化層にバイアス磁場を印加する磁区制御層とを有しており、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とが、異なる磁気特性を有する構成である。

【0060】それゆえ、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とは異なる磁気特性を有するため、これらの高保磁力膜は、この磁気特性の違いを利用して一方の高保磁力膜のみを着磁させることができる。これにより、一方の高保磁力膜を所定の磁化方向に着磁した後（ただし、このとき他方の高保磁力膜も同方向に着磁される）、上述の現象を利用して、他方の高保磁力膜のみを所定の磁化方向に着磁しなおせば、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。

【0061】したがって、上記構成の磁気抵抗ヘッドでは、上記磁化固定と上記磁区制御層とを共に高保磁力膜で形成することができるので、再現性および安定性の優れた磁気抵抗ヘッドを得ることができるという効果を奏する。

【0062】請求項2の発明の磁気抵抗ヘッドは、以上のように、請求項1の構成に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の室温における保磁力と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の室温における保磁力とが、相互に異なる構成である。

【0063】それゆえ、請求項1の構成による効果に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とのうち、一方の高保磁力膜が他方の高保磁力膜に比べて室温における保磁力が高い場合に、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。これにより、上記磁化固定と上記磁区制御層とを共に高保磁力膜で形成することができ、再現性および安定性の優れた磁気抵抗ヘッドを得ることができるという効果を奏する。

【0064】請求項3の発明の磁気抵抗ヘッドは、以上のように、請求項1の構成に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とが、互いに異なる構成である。

【0065】それゆえ、請求項1の構成による効果に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜と、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とのうち、一方の高保磁力膜が他方の高保磁力膜に比べて、より低い温度でその保磁力が消失する場合に、上記磁区制御層を形成する高保磁力膜とをそれぞれ異なる磁化方向を有するように着磁させることができる。これにより、上記磁化固定と上記磁区制御層とを共に高保磁力膜で形成することができ、再現性および安定性の優れた磁気抵抗ヘッドを得ることができるという効果を奏する。

【0066】請求項4の発明の磁気抵抗ヘッドは、以上のように、請求項3の構成に加えて、上記磁化固定層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度と、上記磁

区制御層を形成する高保磁力膜の保磁力が消失する温度とのうち、何れか低い方の温度が300°C以下である構成である。

【0067】それゆえ、請求項3の構成による効果に加えて、昇温時の温度を300°C以下にすることができるため、昇温による層間の拡散が生じず、磁気抵抗変化率が減少することを阻止することができるという効果を奏する。

【0068】請求項5の発明の磁気抵抗ヘッドは、以上のように、上記請求項2記載の磁気抵抗ヘッドの上記磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜のうち、保磁力の大きい方の第1の高保磁力膜と、保磁力の小さい方の第2の高保磁力膜とをそれぞれ所定の磁化方向に着磁する際に、上記第1の高保磁力膜の保磁力以上の磁場を印加することによって、該第1の高保磁力膜を所定の方向に着磁し、続いて、上記第2の高保磁力膜の保磁力より大きく第1の高保磁力膜の保磁力より小さい磁場を印加することにより、該第2の高保磁力膜を所定の方向に着磁して、磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜をそれぞれ所定の方向に着磁する構成である。

【0069】それゆえ、請求項2記載の磁気抵抗ヘッドを、2つの高保磁力膜が互いに異なる方向の磁気方向を有するように着磁することができるという効果を奏する。

【0070】請求項6の発明の磁気抵抗ヘッドは、以上のように、上記請求項3記載の磁気抵抗ヘッドの上記磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜のうち、保磁力が消失する温度の高い方の第3の高保磁力膜と、保磁力が消失する温度の低い方の第4の高保磁力膜とをそれぞれ所定の磁化方向に着磁する際に、上記第3の高保磁力膜の保磁力以上の磁場を印加することによって、該第3の高保磁力膜を所定の方向に着磁し、続いて、上記第3の高保磁力膜の保磁力が消失する温度を越えない範囲でヘッドを昇温した後、上記第4の高保磁力膜の保磁力より大きく第3の高保磁力膜の保磁力より小さい磁場を印加し、該磁場を印加した状態で上記第4の高保磁力膜の保磁力が消失しない温度まで低下させることにより、該第4の高保磁力膜を所定の方向に着磁して、磁化固定層および磁区制御層を形成する高保磁力膜をそれぞれ所定の方向に着磁する構成である。

【0071】それゆえ、請求項3記載の磁気抵抗ヘッドを、2つの高保磁力膜が互いに異なる方向の磁気方向を有するように着磁することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示すものであり、磁気抵抗ヘッドに用いられる磁気抵抗素子の構成を示す断面図である。

【図2】上記磁気抵抗素子の高保磁力膜に用いられるC

○ Pt 膜の保磁力の Pt 組成依存性を示すグラフである。

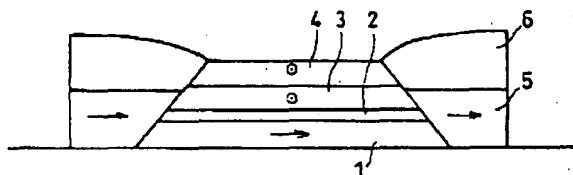
【図3】 CoPt 膜、CoNi 膜および Co 酸化膜の保磁力の温度特性を示すグラフである。

【図4】 従来の磁気抵抗ヘッドに用いられる磁気抵抗素子の構成を示す断面図である。

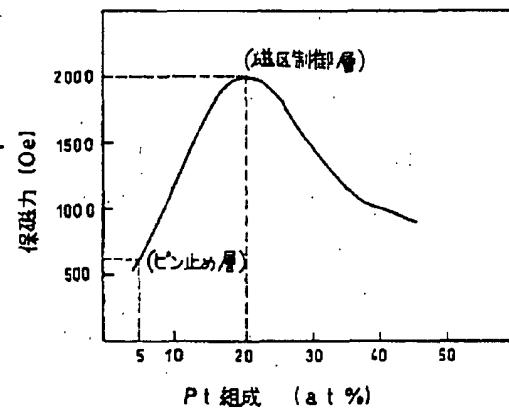
【符号の説明】

- 1 自由磁化層
- 2 非磁性導電膜
- 3 固定磁化層
- 4 ピン止め層（磁化固定層）
- 5 磁区制御層

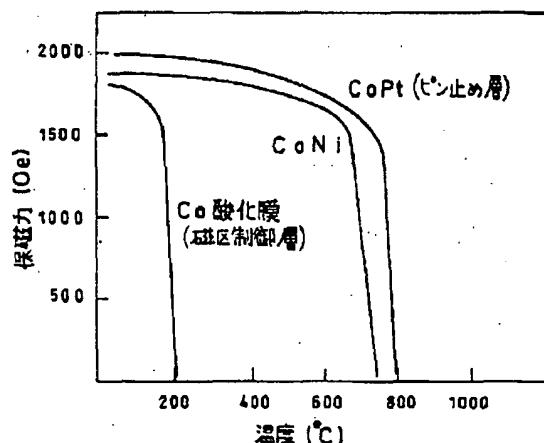
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

